

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robotiky

Návrh mechanické části robotu pro soutěž MINI SUMO

Proposal of the Mechanical Part of the Robot for a Competition Minisumo

Student:

Tomáš Krejčí

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Mihola, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra robotiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Krejčí**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R013 Robotika  
Téma: **Návrh mechanické části robotu pro soutěž MINI SUMO**  
**Proposal of the Mechanical Part of the Robot for a Competition**  
**Minisumo**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte analýzu současného stavu řešené problematiky.
2. Na základě této analýzy navrhnete možné varianty řešení a proveďte jejich srovnání.
3. Vybranou variantu detailně rozpracujte.
4. Práci doplňte potřebnou technickou a výpočtovou dokumentací. Výkresovou dokumentaci vypracujte dle pokynů vedoucího práce.
5. Práci doložte v elektronické podobě ve formátu MS WORD a konstrukční řešení v CAD systému dle pokynů vyučujícího.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Kárník, L., Knořlíček, R., Marcinčin, J. N. *Mobilní roboty*. Opava: MÁRFY SLEZSKO, 2000. 210 s. ISBN 80-902746-2-5.
2. Schraft, R.F., Volz, H. *Serviceroboter*. Springer – Verlag, Berlin, 1996.
3. Kárník, L. *Robotizace v nestrojírenských oborech*. VŠB-TUO, Ostrava, 2000, 66 s. ISBN 80-7078-739-2.
4. ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
5. ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Mihola, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



prof. Dr. Ing. Petr Novák  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty



## Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....15.5.2017.....

.....Krejčí'.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 15.5.2017

Krejčí

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Tomáš Krejčí

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Velká Strana 163

789 72 Dubicko

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Krejčí, T. Návrh mechanické části robotu pro soutěže MINI SUMO: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Robotiky, 2017, 47 s. Vedoucí práce: Mihola, M.

Bakalářská práce se zabývá návrhem mechanické části robotu pro soutěže MINI SUMO. V úvodu jsou popsány pravidla soutěže, dnešní používané technologie a komponenty robotů. Na základě těchto pravidel byly vytvořeny tři varianty návrhů, které byly mezi sebou dále srovnávány. Vybraná varianta byla blíže rozpracována. Detailní model vytvořený v systému PTC Creo Parametric i s výkresovou dokumentací je dokumentován v příloze bakalářské práce.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

Krejčí, T. Proposal of the Mechanical Part of the Robot for a Competition Minisumo: Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2017, 47 p. Thesis head: Mihola, M.

Bachelor thesis deals with a design of the mechanical part of the robot for MINI SUMO competition. The introduction describes the competition rules, the current technology and robot components used. Based on these rules, three variants of designs have been created and compared to each other. The selected variant has been elaborated. The detailed model was created in the PTC Creo Parametric system. The drawing documentation is attached in the bachelor thesis as well.

# Obsah

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>7</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>9</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Analýza současného stavu .....</b>	<b>11</b>
1.1 Pravidla.....	11
1.2 Příklady konstrukcí.....	12
1.3 Vnitřní uspořádání robotu.....	15
1.3.1 Mechanika.....	15
1.3.2 Elektronika .....	17
1.3.3 Software robota.....	19
1.4 Obrana .....	19
1.4.1 Pasivní obrana.....	19
1.4.2 Aktivní obrana .....	21
1.5 Zvláštní nastavba .....	22
<b>2 Požadavkový list .....</b>	<b>23</b>
<b>3 Varianty řešení .....</b>	<b>24</b>
3.1 Varianta A .....	24
3.2 Varianta B.....	26
3.3 Varianta C.....	28
<b>4 Porovnání variant.....</b>	<b>30</b>
4.1 Hodnotová analýza .....	30
<b>5 Rozpracování varianty B.....</b>	<b>33</b>
5.1 Mechanika robotu.....	34
5.1.1 Zakrytování .....	34
5.1.2 Držáky.....	35
5.1.3 Výroba kola.....	35
5.2 Elektronika robotu .....	37
5.2.1 Řízení .....	37
5.2.2 Senzory .....	40
5.2.3 Napájení .....	42
<b>6 Hmotnost a cena .....</b>	<b>43</b>
<b>7 Závěr.....</b>	<b>44</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>45</b>
<b>Přílohy.....</b>	<b>47</b>

## Seznam obrázků

Obr. 1.1.a – Aréna s roboty[15] .....	11
Obr. 1.2.a – Překlápěcí konstrukce[5] .....	12
Obr. 1.2.b – Modrý robot[6] .....	13
Obr. 1.2.c - SumoBoy[2] .....	13
Obr. 1.2.d – Otáčející se rameno[7].....	14
Obr. 1.2.e – Další typy robotů[16][17][18] .....	14
Obr. 1.3.a – Složení robotů[3] .....	15
Obr. 1.3.1.a – Nože[3] .....	16
Obr. 1.3.1.b – Převody, kola[3] .....	16
Obr. 1.3.2.a – Měnič napětí, arduino+shield[19][20] .....	17
Obr. 1.3.2.b – Senzory[21][22].....	18
Obr. 1.3.2.c – Snímače podložky[23][24] .....	18
Obr. 1.3.3.a – Arduino[29] .....	19
Obr. 1.4.1.a – Odraz signálu[11] .....	20
Obr. 1.4.1.b – Robot s molitanem[25] .....	20
Obr. 1.4.2.a – Vysílače: IR (vlevo), ultrazvuk (vpravo)[26][27].....	21
Obr. 1.5.a – létající část/dron[28] .....	22
Obr. 3.1.a – Varianta A .....	24
Obr. 3.1.b – Aktivní poloha .....	25
Obr. 3.1.c –Var.A Umístění komponent .....	25
Obr. 3.2.a – Varianta B .....	26
Obr. 3.2.b – Var. B bez krytu-popis.....	27
Obr. 3.2.c –Var.B Umístění komponent .....	27
Obr. 3.3.a – Varianta C .....	28
Obr. 3.3.b – startovní pozice(vlevo), pohled ze zadní strany(vpravo).....	29
Obr. 3.3.c – Var.C Umístění komponent .....	29
Obr. 5.a – Vítězná varianta .....	33
Obr. 5.1.a – Uspořádání mechanických komponent .....	34
Obr. 5.1.1.a – Zakrytování .....	34

---

Obr. 5.1.2.a - Držáky .....	35
Obr. 5.1.3.a – Sestava kola .....	35
Obr. 5.1.3.b – Ráfek kola.....	36
Obr. 5.1.3.c – Forma pro odlití kola[12].....	36
Obr. 5.2.1.a – Arduino Micro[29].....	37
Obr. 5.2.1.b – Motor driver.....	38
Obr. 5.2.1.c – Měnič napětí .....	38
Obr. 5.2.1.d – DC Motor.....	39
Obr. 5.2.2 – Pokrytí snímačů .....	40
Obr. 5.2.2.a – IR senzor GP2Y0A21YK0F .....	41
Obr. 5.2.2.b – IR senzor GP2Y0D815Z0F .....	41
Obr. 5.2.3.a – Akumulátor 7,4V .....	42



---

## Seznam tabulek

Tab.4.1.a - Kritéria hodnocení .....	30
Tab. 4.1.b - Hodnoty kritérií .....	30
Tab. 4.1.c - Určení významnosti.....	31
Tab. 4.1.d - Hodnocení varianty A .....	31
Tab. 4.1.e - Hodnocení varianty B.....	32
Tab. 4.1.f - Hodnocení varianty C .....	32
Tab. 4.1.g - Vyhodnocení nejvhodnější varianty.....	32
Tab.5.2.1.a – Specifikace Arduino .....	37
Tab.5.2.1.b – Specifikace Motor driver .....	38
Tab.5.2.1.c – Specifikace Měnič napětí.....	38
Tab.5.2.1.d – Specifikace DC Motor .....	39
Tab.5.2.2.a – Specifikace GP2Y0A21YK0F .....	41
Tab.5.2.2.b – Specifikace GP2Y0D815Z0F .....	41
Tab.5.2.3.a – Specifikace Akumulátor .....	42
Tab.6.a – Celková cena a hmotnost .....	43

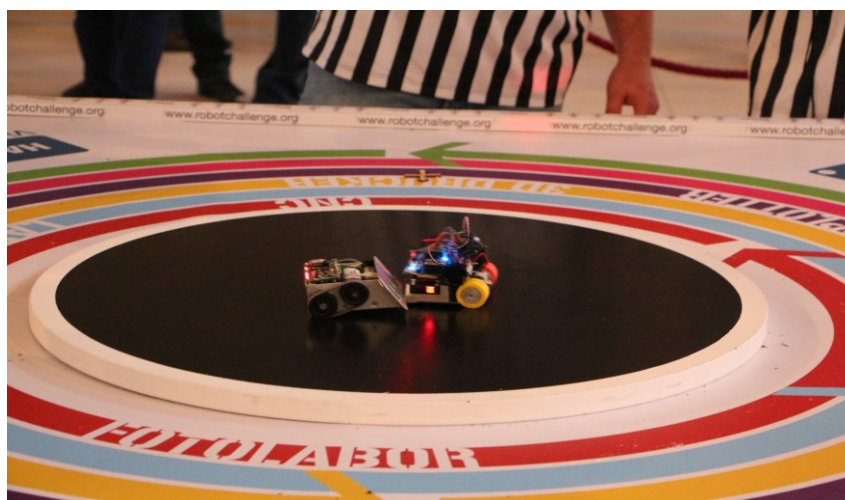
## Úvod

V dnešní době se můžeme setkat s velkým množstvím robotických soutěží. Poznatky a nové metody řešení problémů, které se v soutěžích vyskytnou, lze následně aplikovat na další systémy v jiných oblastech. Jednou z takových soutěží je Mini Sumo. Jedná se o soutěž malých robotů, kteří musí svým návrhem dodržovat různá omezení, např. váhové, rozměrové a další podmínky určené pravidly soutěže. Roboti musí svými senzory detekovat svého soupeře a vytlačit ho z arény. Nejčastěji používané jsou senzory ultrazvukové a infračervené. V práci jsou tyto senzory blíže přiblíženy a jejich nevýhody využity k zabránění detekce vlastního robotu. Dalším cílem této práce bylo navrhnout více variant Mini Sumo Robotů a po srovnání těchto robotů blíže rozpracovat nejlepší variantu.

# 1 Analýza současného stavu

## 1.1 Pravidla

Soutěže SUMO robotů fungují podobně jako lidské sumo. Řídí se pravidly podle kategorie soutěže, která je určena dle hmotnosti, velikosti robotu a průměrem ringu. V kategorii MINI, mohou mít roboti maximální hmotnost 500 g, a rozměry 10x10 cm, přičemž výška není omezená. Zápasy robotů probíhají na ringu o průměru 77 cm, plocha je černá s 2,5 cm širokým, bílým pruhem po okraji a neobsahuje žádné vyvýšeniny. Robot nesmí lepit, což se kontroluje položením robota na papír, při zvednutí nesmí papír zůstat přilepený. Zápasy probíhají vždy jen mezi dvěma roboty, kteří jsou umístěni za startovací čarou a po zahájení souboje se snaží vytlačit druhého robota mimo arénu. Robot se nesmí dotknout plochy mimo ring a to platí i pro jakoukoliv jeho část. Po odstartování je zakázáno do souboje zasahovat, robot se musí chovat zcela autonomně. Mnoho návrhů využívá možnosti neomezené výšky, po odstartování totiž může měnit svůj tvar, převracet se, nebo sklopit různé prvky a tím zabrat větší prostor. Případně se může rozdělit i na více částí. V žádném případě se nesmí chovat destruktivně, nebo vypouštět jakékoliv látky a musí být neustále v kontaktu s ringem. Zápas trvá 3 minuty, pokud v této době není rozhodnuto, jedná se o remízu. V turnaji soutěží každý s každým. Na soutěž dohlíží rozhodčí, který také vykonává předstartovní prohlídku robotů, při které kontroluje, jestli jsou splněny pravidla soutěže. Po pokynu rozhodčího k zahájení zápasu, spustí soutěžící své roboty a to buď dálkově, nebo spuštěním spínače na robotu, poté již do souboje nezasahuje. Robot musí vyčkat 5 sekund, než se rozjede. Lze mít spouštěcích spínačů více a určovat tak strategii pro daný zápas. [1]



Obr. 1.1.a – Aréna s roboty[15]

## 1.2 Příklady konstrukcí

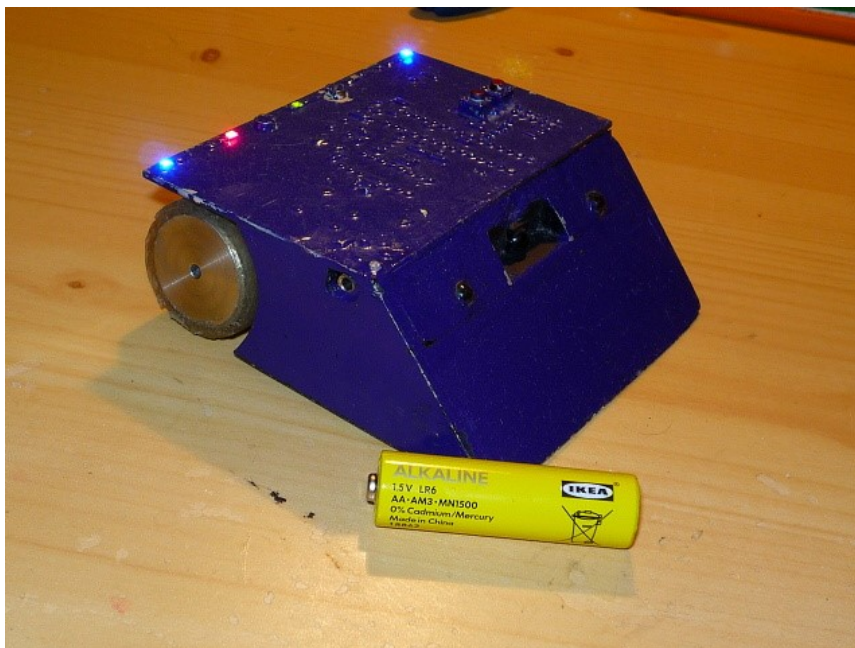
Roboti mohou být sestaveni z jakéhokoliv materiálu a svými schopnostmi se zcela lišit. To je také patrné z širokého rozsahu odlišných návrhů, se kterými se lze na soutěžích potkat. Každý robot má také svoji slabinu, takže je vždy možné sestavit takového robota, který porazí i dlouholetého vítěze, avšak pro ostatní může být snadným cílem.

Konstrukce využívající neomezenosti výšky při startu, obr. 1.2.a. Robot se musí překlomit do akční polohy. V tomto případě navíc vybavený mechanismem pro převrácení nepřítele a to tím způsobem, že při přiblížení soupeře se zkosená plocha rozevře, podobně jako ptačí zobák. Tímto pohybem nepřítele převrátí, nebo alespoň nadzvedne, čímž mu znemožní zabírat celou plochou kol, nebo pásů. Tento návrh se umístil na prvním místě v roce 2008 v soutěži ve Švédsku.[5]



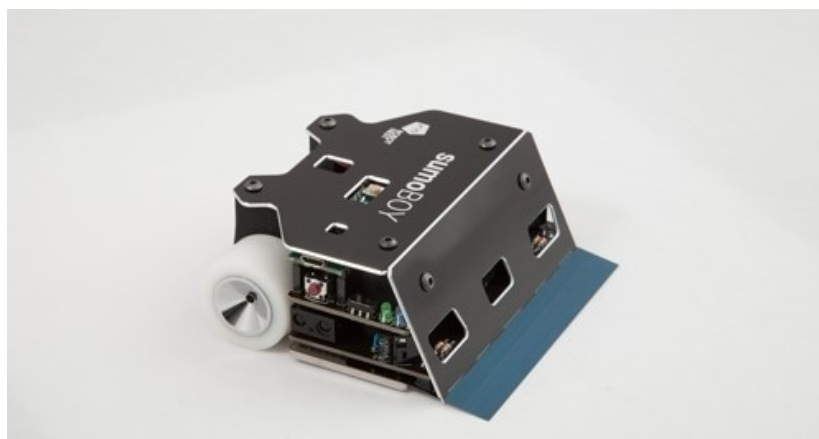
Obr. 1.2.a – Překlápěcí konstrukce[5]

Nízký robot - jednoduché, ale účinné konstrukce, obr. 1.2.b. Mezi jeho hlavní výhody patří nízký profil, silikonová kola s dobrou přilnavostí k podložce a prvky pro zabránění vlastní detekce robotu. Vítěz na robotickém dni ČR v roce 2008, 2009, 2010.[6]



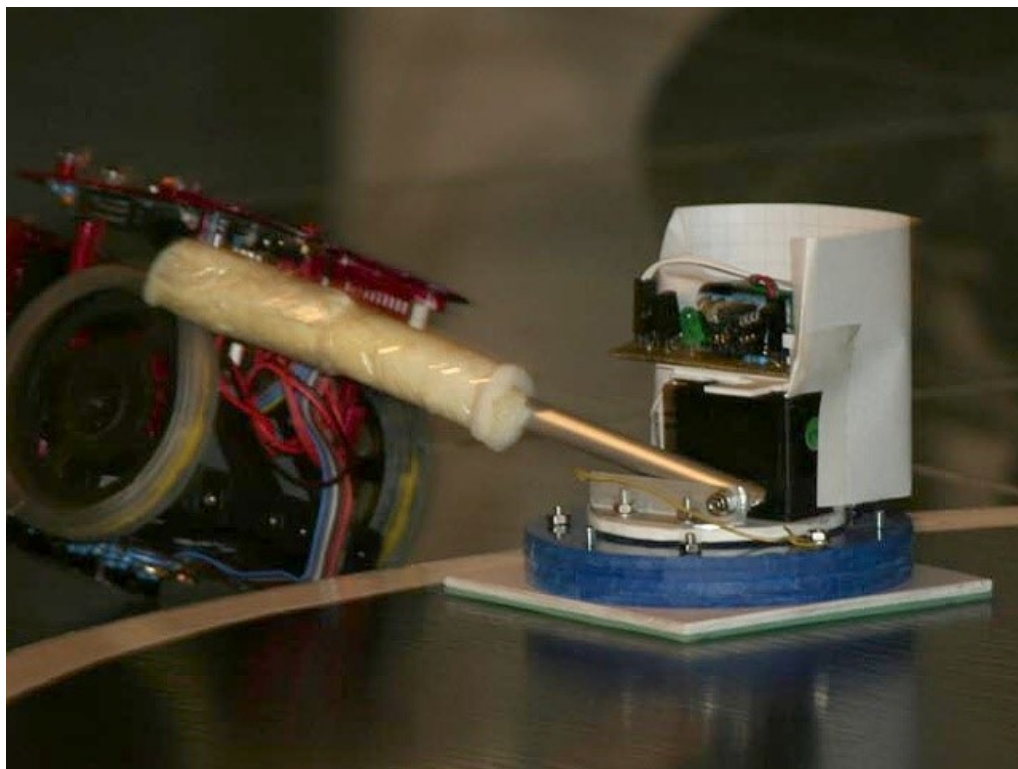
Obr. 1.2.b – Modrý robot[6]

Novější robot, zdokonalovaný více než deset let, obr. 1.2.c. Za tuto dobu vyhrál mnoho soutěží, jak v Evropě, tak i v USA, nebo Japonsku. Při porovnání s předchozím modrým robotem si lze všimnout využití více senzorů a tzv. nože pro snadnější podebrání soupeře.[2]



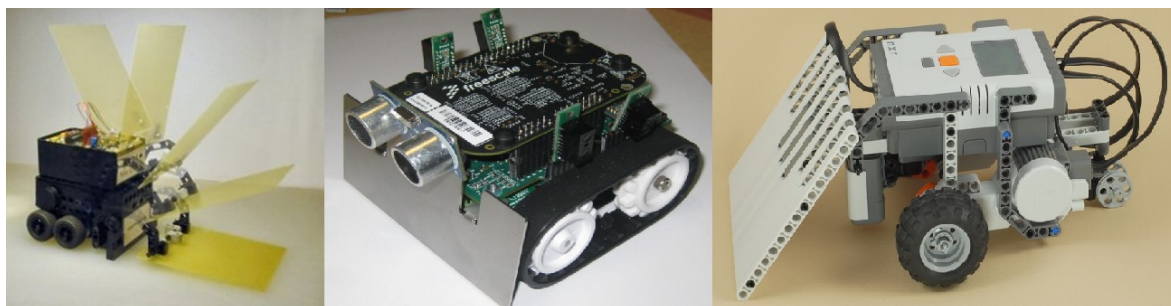
Obr. 1.2.c - SumoBoy[2]

Zvláštním případem mini Sumo robotu je konstrukce znázorněná na obr. 1.2.d. Samostatně se nedokáže pohybovat, čeká tedy, než se k němu nepřítel přiblíží a otáčením ramene „vyhazuje“ soupeře mimo ring. S podložkou je v kontaktu přes „zelenou hmotu“ jejíž původ majitel tají a to z toho důvodu, že vysoká přilnavost k podložce, je jedním z nejdůležitějších prvků vítězné konstrukce.[7]



Obr. 1.2.d – Otáčející se rameno[7]

Hodně oblíbené jsou i pásové podvozky, sklápěcí radlice, falešné cíle a podobné. Často se lze také setkat s mini sumo soutěží pro roboty sestavené ze stavebnice.

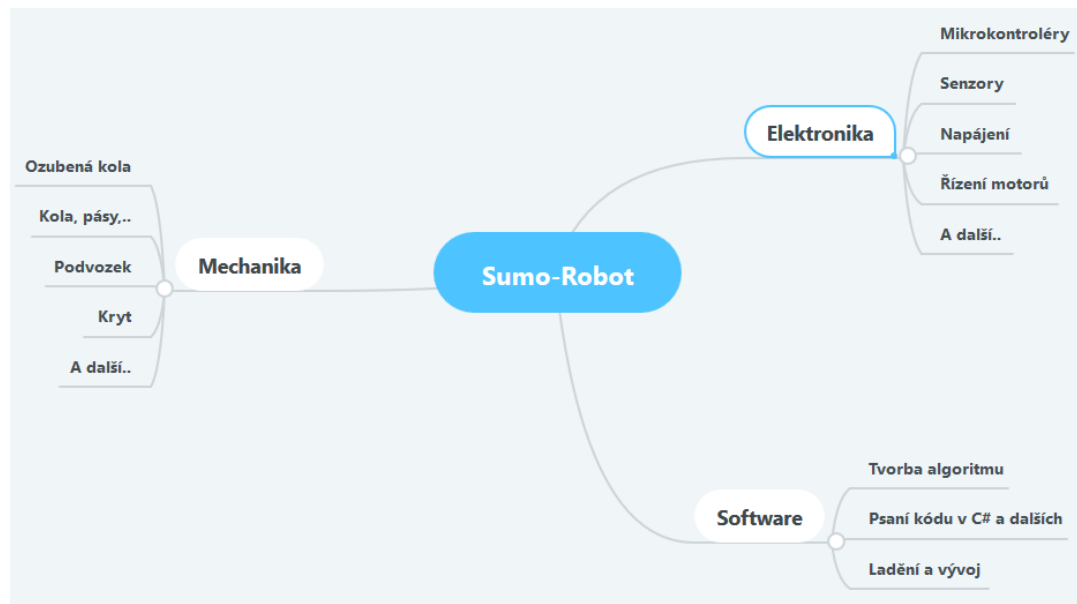


Obr. 1.2.e – Další typy robotů[16][17][18]



### 1.3 Vnitřní uspořádání robotu

Vždy záleží na představivosti a schopnostech výrobce. Každý robot může mít zcela odlišné konstrukční řešení, avšak většinou fungují na podobném principu.

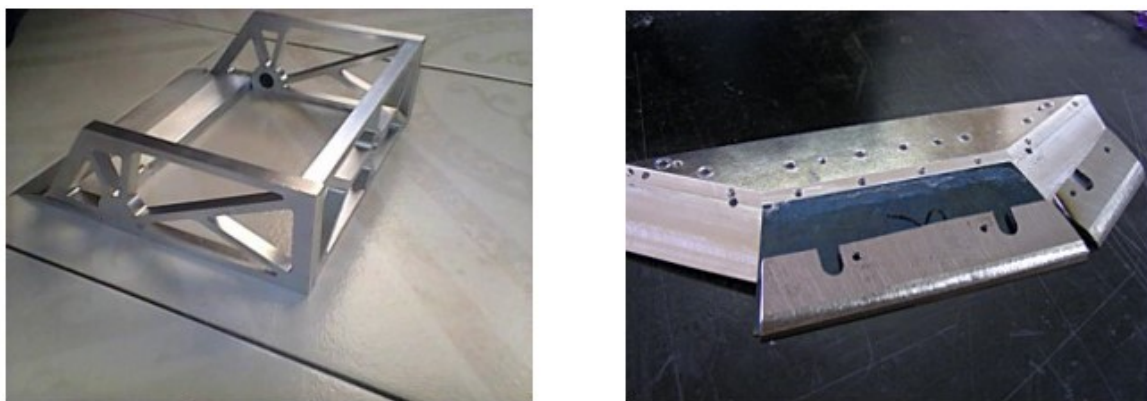


Obr. 1.3.a – Složení robotů[3]

#### 1.3.1 Mechanika

Tělo může být vytvořeno z libovolného materiálu, nejčastěji se však používá hliník, PVC a ocel. Dobré je volit materiál tak, aby celková váha byla lehce pod 500 g. Příliš lehký robot bude snadněji vytlačen a těžší robot by už nesplňoval pravidla soutěže. Soutěžící poměrně často využívají právě slitiny hliníku s vysokou pevností materiálu (řady 6061, 70xx,..) .[3]

Čelní deska, nebo takzvané nože jsou vyráběny z HSS materiálu (velká tuhost), nebo pružinové oceli (vysoká únavová životnost). Jejich funkcí je dostat se pod soupeře, podebrat ho a znemožnit mu zabírat svoji celkovou silou. Učiní ho tak snáze porazitelným.[3]



Obr. 1.3.1.a – Nože[3]

Pohon by měli tvořit alespoň dva stejnosměrné elektromotorky, nebo krokové motory. Je lepší používat motory kvalitnější. U motorů požadujeme dobrý krouticí moment, rychlost a malou hmotnost.[3]

Ozubená kola zajišťují převod mezi motory a koly robotu. Vyšší přesnost, ale menší sílu poskytují menší moduly. Velké moduly mají větší sílu a menší přesnost.

Kola si lze zakoupit již vyrobené, nebo existuje mnoho návodů na výrobu vlastních pneumatik. Nejvíce se používají silikonová kola, případně pásy. Žádoucí je vysoká přilnavost, nežádoucí a dokonce zakázané je, aby kola lepila.



Obr. 1.3.1.b – Převody, kola[3]

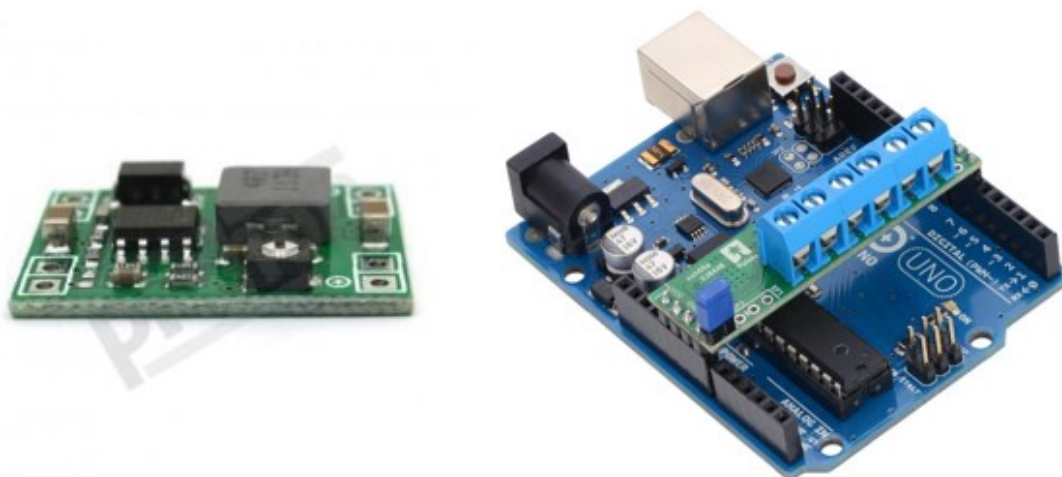


### 1.3.2 Elektronika

Elektronika robotu se skládá z mikrokontrolerů, senzorů, dále jsou potřeba drivery motorů, zdroje energie-akumulátory a další.

Řízení robotů zajišťují mikrokontroléry. Používají se vývojové platformy navržené tak, aby byla zajištěná potřebná komunikace s ostatní elektronikou. Mezi nejčastější patří Picaxe, Arduino a Raspberry Pi. Blíže bude rozebíráno pouze Arduino. [8]

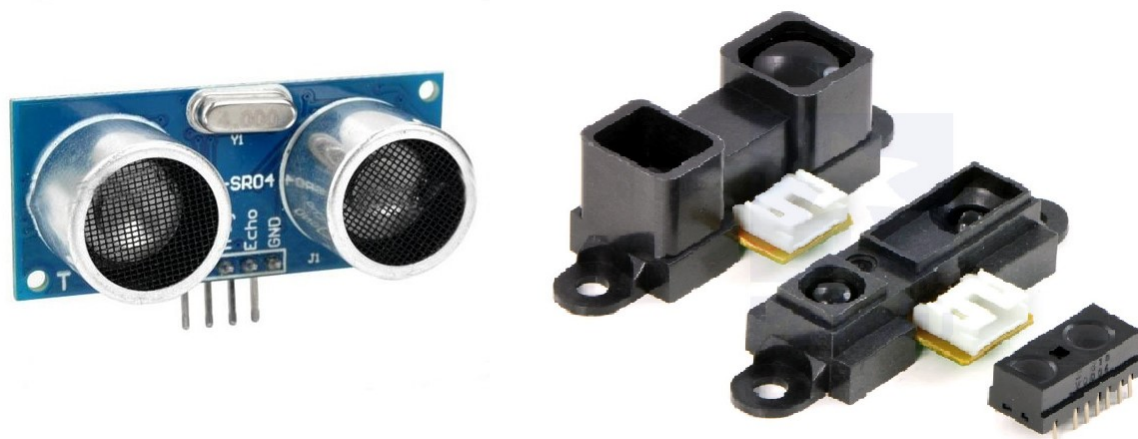
Arduino platformy mnohdy samy o sobě nestačí a je potřeba k nim připojit rozšiřující desky, kterým se říká shieldy. Ty rozšiřují možnosti komunikace, například pomocí Wi-Fi, Ethernetu, GMS sítě a podobně. U sumo robotů se nejčastěji setkáváme s shieldy – Motor modul, pomocí kterých lze řídit motory. [9]



Obr. 1.3.2.a – Měnič napětí, arduino+shield[19][20]

Kromě shieldu je možné také použít pro stejnosměrné motory DC/DC-měniče napětí, obr. 1.3.2.a. Jsou vhodné zejména kvůli svým malým rozměrům a hmotnosti. Zajišťují změnu napětí, nebo proudu. Díky tomu šetří životnost baterií, protože bez nich by se velká část energie přeměňovala na teplo. [10]

Snímače umožňují lokalizovat soupeře v aréně. Mezi nejpoužívanější typy patří infračervené, nebo ultrazvukové senzory obr. 1.3.2.b. Žádoucí je, aby senzory měřili v rozsahu 77 cm, což je průměr arény. Při výběru je nutné dát si pozor na spodní hranici měřitelného rozsahu, protože v případě přiblížení nepřítele do těsné blízkosti robotu by senzory nemuseli detekovat žádnou překážku.



Obr. 1.3.2.b – Senzory[21][22]

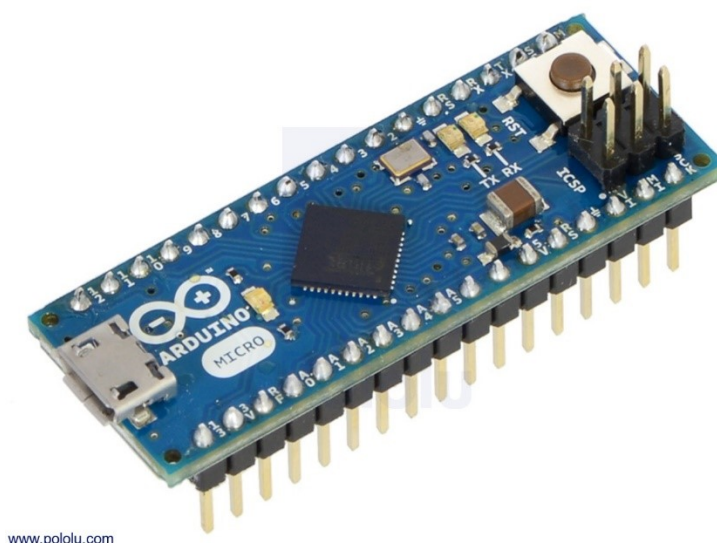
Dále můžou být roboti vybaveni senzory pro snímání podložky, které zabraňují samovolnému vyjetí z arény. Lze použít i infračervené optické senzory. Černá barva pohlcuje infračervené záření, proto je možné těmito senzory rozlišovat černou a bílou barvu. Avšak kvůli své velikosti jsou méně vhodné. Vhodnější jsou reflexní senzory, například lze použít OPB704G a QRD1114, obr. 1.3.2.c. Svými vlastnostmi jsou celkem vyrovnané, jediný rozdíl je v upevnění. Senzor OPB704G je přizpůsoben pro upevnění šroubem M3 s podložkou, zatímco QRD1114 bude upevněn na plošný spoj.



Obr. 1.3.2.c – Snímače podložky[23][24]

### 1.3.3 Software robota

Roboti jsou řízeni pomocí vývojové platformy, obsahující programovatelné mikrokontroléry. Často se vyskytují například desky Picaxe a Arduino. Pro mini sumo je vhodné Arduino Micro, obsahuje i micro USB připojení pro jednoduchý přenos programu z počítače. Programování probíhá v jazyce C, C# a dalších. V případě Arduina lze použít knihovnu Wiring, která usnadňuje programování a také funguje na jazyku C#[4]



Obr. 1.3.3.a – Arduino[29]

## 1.4 Obrana

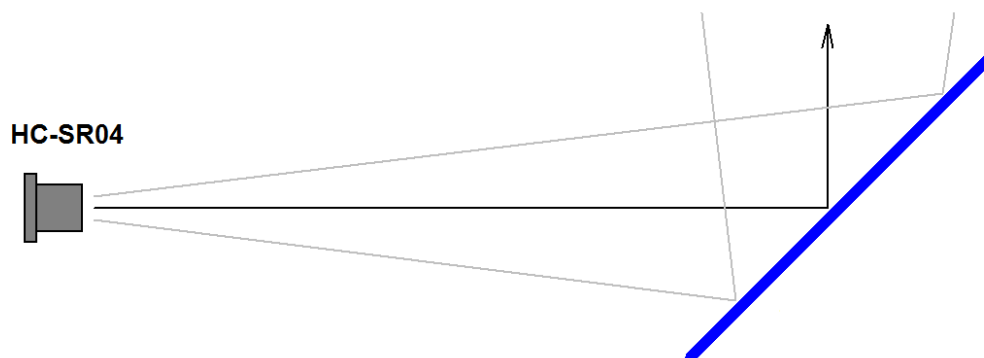
Jeden z klíčových prvků v této soutěži je znalost nevýhod používaných senzorů a jejich využití v náš prospěch. Protože se jiné senzory než ultrazvukové, nebo infračervené téměř nepoužívají, budou v této kapitole rozebrány obranné prvky pouze těchto senzorů, které jsou dále rozdělovány na aktivní a pasivní.

### 1.4.1 Pasivní obrana

Existuje mnoho způsobů, jak zmást senzory svého soupeře a zabránit tak detekci vlastního robota. Mezi oblíbené patří například použití vlaječek, které se po startu sklopí a dávají nepříteli falešný cíl, jakmile do nich soupeř zatlačí, našeho robota tak pootočí na místě, ale nedokáže vytlačit mimo ring.

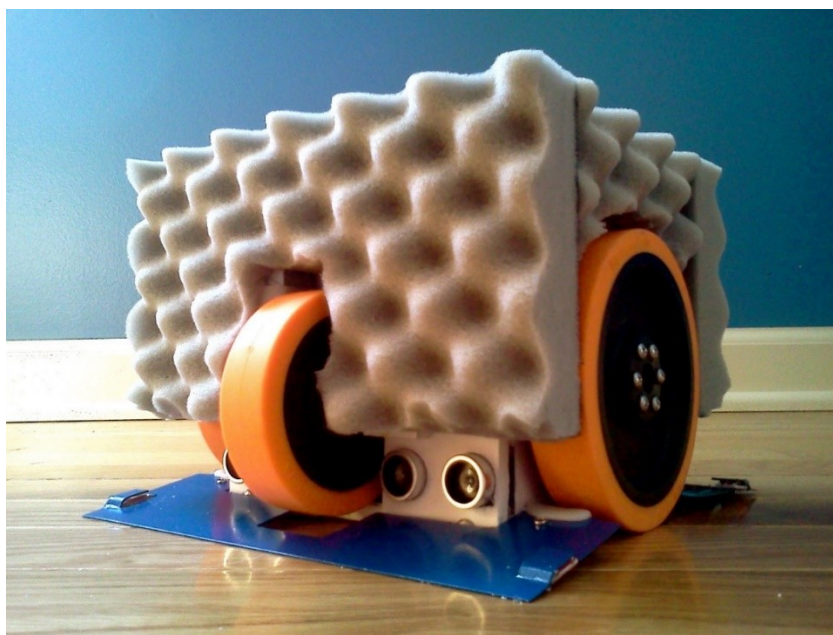
### Ultrazvukové senzory

Ultrazvuk vnímá různé materiály jinak, než lidé. Nejlépe viditelný materiál je homogenní, tuhý a s hladkým povrchem. Vyslaný ultrazvukový paprsek se od tohoto materiálu odrazí zpět. Pokud ovšem na tento materiál narazí pod úhlem, platí zde úhel odrazu = úhel dopadu a vyslaný paprsek se zpět do přijímače již nevrátí, obr. 1.4.1.a. Ideální úhel plochy pro odraz vyslaného signálu mimo přijímač je tedy  $45^\circ$  nebo více.



Obr. 1.4.1.a – Odraz signálu[11]

Je-li materiál měkký, pružný a jemně porézní, většinu ultrazvukové energie pohltí, má velmi slabý odraz a je detekovatelný jen na malou vzdálenost. Nehomogenní materiál energii ultrazvuku částečně pohltí a částečně odrazí (rozptýlí do okolí). Pokud bychom chtěli ultrazvuk pohltit, je to možné tvarovaným molitanem s vlnami o tloušťce ideálně 4cm, čehož využívá robot znázorněný na obr. 1.4.1.b. [11]



Obr. 1.4.1.b – Robot s molitanem[25]

## Infračervené senzory

Proti infračerveným senzorům je dobré, aby byl robot v černé barvě. Černá nejlépe pohlcuje záření a nedochází tak k odražení signálu zpět. Taktéž pomáhá, když detekovaná plocha robota je pod úhlem  $45^\circ$ , díky tomu dochází k odražení signálu mimo snímače nepřítele. Kombinace obou řešení, tedy může být velkou výhodou a učinit tak robota pro mnohé soupeře neviditelným.[2]

### 1.4.2 Aktivní obrana

Snímače pracují na jednoduchém principu. Pomocí vysílače je vyslán signál, který se odrazí od překážky zpět do přijímače. Na základě doby mezi vysláním a přijetím signálu je vypočítána skutečná vzdálenost překážky od robota. Vzhledem k častému výskytu stejných snímačů na těchto soutěžích je vhodné vybavit robota vysílači signálu, které budou cílit na senzory soupeřů. Frekvence, nebo také vlnová délka, na které snímače pracují, se u používaných typů téměř nemění. Při studii této problematiky si lze všimnout, že s prvky aktivní obrany konkurenční roboti nepočítají. Toho lze využít v náš prospěch, ale je potřeba zvolit vhodnou kombinaci snímačů a vysílačů, aby nedocházelo ke zmatení vlastních senzorů. Případně je dobré uzpůsobit kód robota, tak aby signál nebyl vysílán po celou dobu ale jen krátké impulzy, podle zvolené strategie souboje. V případě, že soupeř zachytí vysílaný matoucí signál, zareaguje tak, jako by měl našeho robota přímo před sebou. To nám může poskytnout potřebný čas k jeho lokalizaci, nebo dokonce donutit soupeře vyjet samovolně z arény.



Obr. 1.4.2.a – Vysílače: IR (vlevo), ultrazvuk (vpravo)[26][27]



## 1.5 Zvláštní nastavba

Každým rokem jsou technologické systémy lepší, rychlejší a svými rozměry menší. To umožňuje používat stále lepší a sofistikovanější roboty. Jedním ze směrů, kam se při návrhů sumo robotu lze vydat, je spojení s malým dronem. Létající dron může být osazen kamerami, nebo vysílači poskytující aktivní ochranu. Při vyřešení problému komunikace mezi dronem a robotem je tedy možné posílat robotu informace o pozici nepřítele. To může při návrhu uvolnit spoustu místa a snížit tak celkovou výšku, nebo uvolněné místo využít pro jiné účely. Taktéž lze dron použít pro zmatení soupeře a to tím způsobem, že se bude pohybovat mimo ring při nízké výšce tak, aby ho nepřítel mohl detekovat a samovolně vyjet z arény.

V pravidlech je uvedeno, že se Sumo robot může rozdělit na více částí, pokud alespoň jedna část zůstane v kontaktu s podložkou. Taktéž jakákoliv jeho část se nesmí dotknout plochy mimo ring. Z toho je jasné, že pravidla při tomto chování nejsou porušena. Ale určitě doporučuji si vždy před účastí na dané soutěži tuto skutečnost ověřit u pořadatele, protože se stává, že si každý pořadatel lehce pravidla upravuje.

Jako příklad uvádím dron FQ777-124, obr. 1.5.a, který se svými maximálními rozměry 70x70x30mm a hmotností přibližně 13 g stává ideálním kandidátem. Uváděná doba letu je 5-6 minut, takže pro 3 minutový zápas ho lze použít minimálně dvakrát na jedno nabití. Tento dron není dodáván pro účely soutěže sumo robotů a je ovládán obsluhou pomocí páček. Ovšem určitě je možné se alespoň nechat inspirovat konstrukcí, případně koupený dron předělat a přeprogramovat podle potřeby.



Obr. 1.5.a – létající část/dron[28]

## 2 Požadavkový list

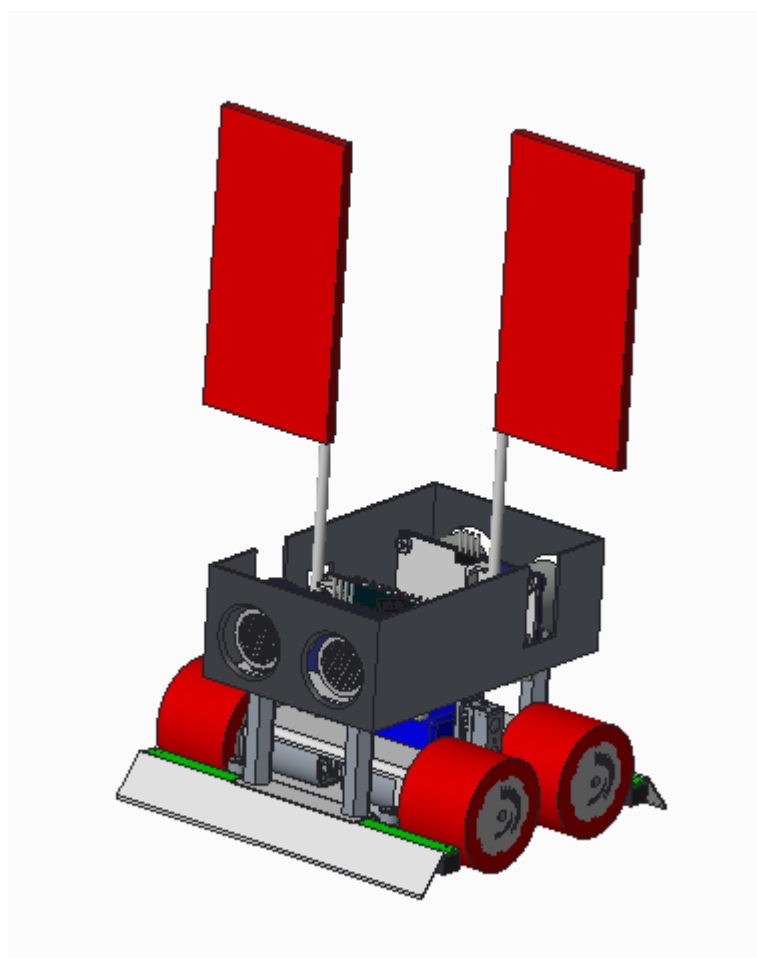
Požadavky na Mini-Sumo robota určeny z pravidel soutěže. Základní požadavky, od kterých se dále odvíjí návrh robotu, jsou uvedeny zde:

1. Místo provozu: aréna pro zápasy MINI SUMO (Ø770 mm, hladký povrch)
2. Maximální hmotnost 500 g
3. Rozměry (DxŠ) na startovní pozici do 100x100 mm
4. Výška neomezeně
5. Autonomní chování robotu
6. Doba provozu minimálně 3 minuty
7. Napájen pomocí akumulátoru
8. Senzory pro detekci soupeře
9. Senzory pro snímání plochy ringu
10. Prvky pro zabránění detekce vlastního robotu
11. Neustálý kontakt s podložkou
12. Kola nebo pásy z materiálu s dobrou přilnavostí
13. Nedestruktivní chování
14. Vyšší odolnost konstrukce zajišťující schopnost snést nárazy soupeře

### 3 Varianty řešení

#### 3.1 Varianta A

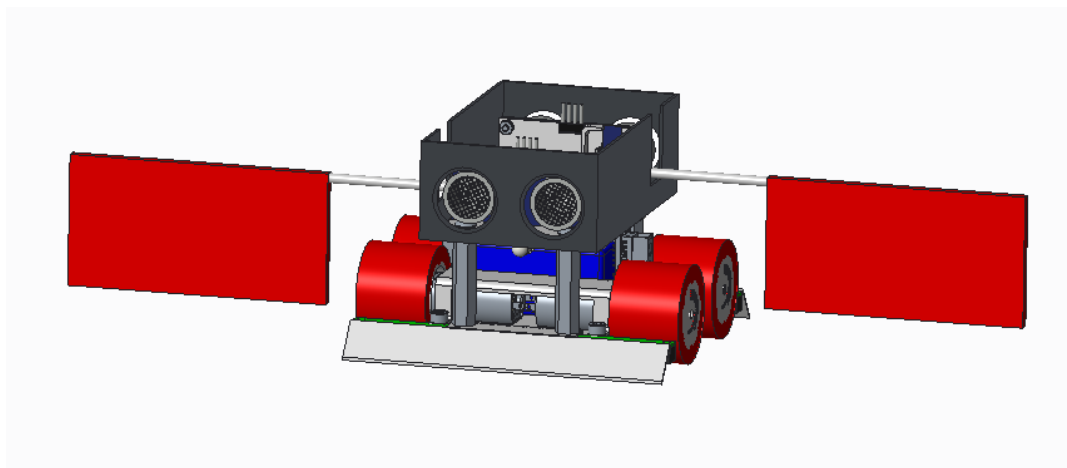
Hlavní dominantou této varianty jsou sklopné vlaječky (pevný rám s papírovou výplní). Ke sklopení dochází pomocí setrvačných sil, to znamená, že robot musí prudce zatočit na obě strany, než se postaví proti soupeři. Dále disponuje 2 ultrazvukovými senzory pro čelní detekci a ze stran má 2 infračervené snímače. Nože ze dvou stran pro nadzvednutí soupeře a celkem 4 pohony, pro každé kolo jeden. Je tedy těžší ho vytlačit pro jeho větší stykovou plochu s podložkou. Taktéž je vybaven i IR vysílači pro vysílání matoucího signálu do nepřátelských senzorů.



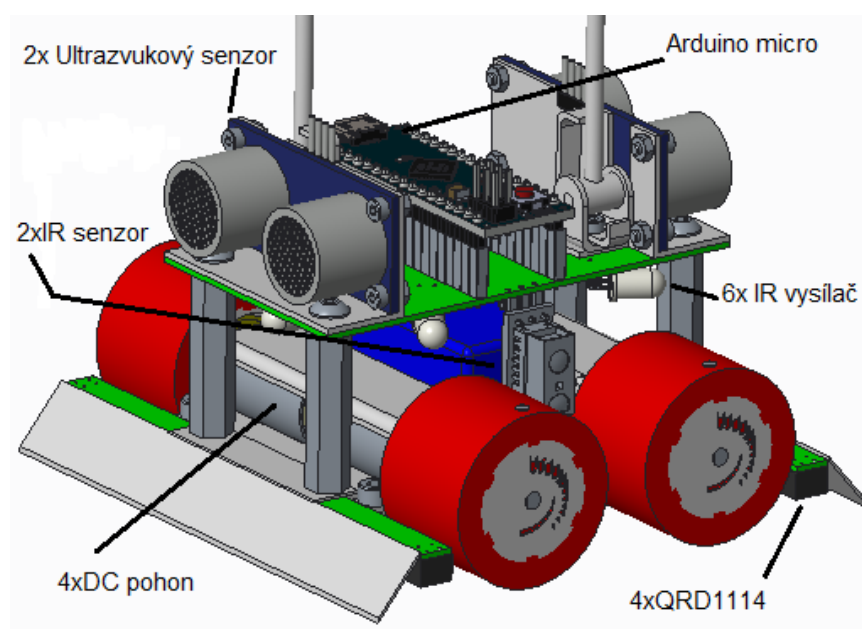
Obr. 3.1.a – Varianta A

Po sklopení robot soupeři nabízí velkou plochu pro detekci, jeho rozpětí činí 285 mm, obr. 3.1.b. Jakmile do jedné z vlaječek najede, dojde k pootočení robota čelem k nepříteli a jeho snadnějšímu vytlačení. Další výhodou je, že místo jednoho zaznamená soupeř tři cíle.





Obr. 3.1.b – Aktivní poloha



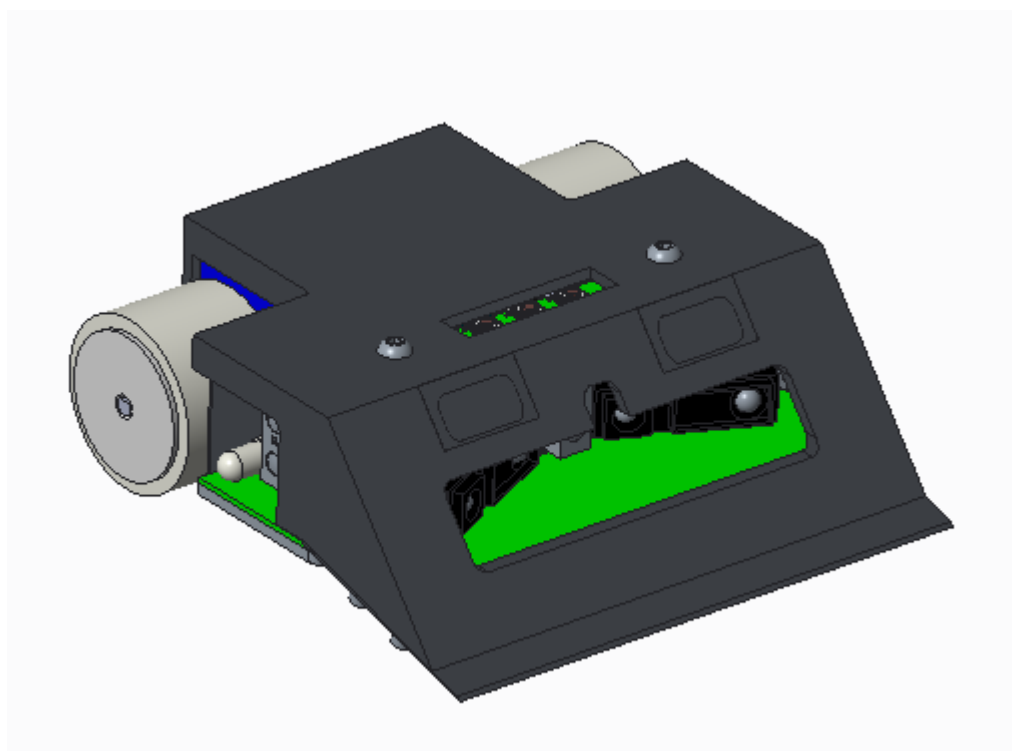
Obr. 3.1.c –Var.A Umístění komponent

Většina robotů je nejzranitelnější ze zadní strany. V tomto případě je však přední i zadní strana symetricky stejná, robot má „dvě čelní strany“. To má ovšem vliv na možnost použití krytů se správným úhlem pro zajištění efektivní pasivní obrany z důvodu nedostatku místa. Tato nevýhoda je kompenzována právě použitím falešných cílů.

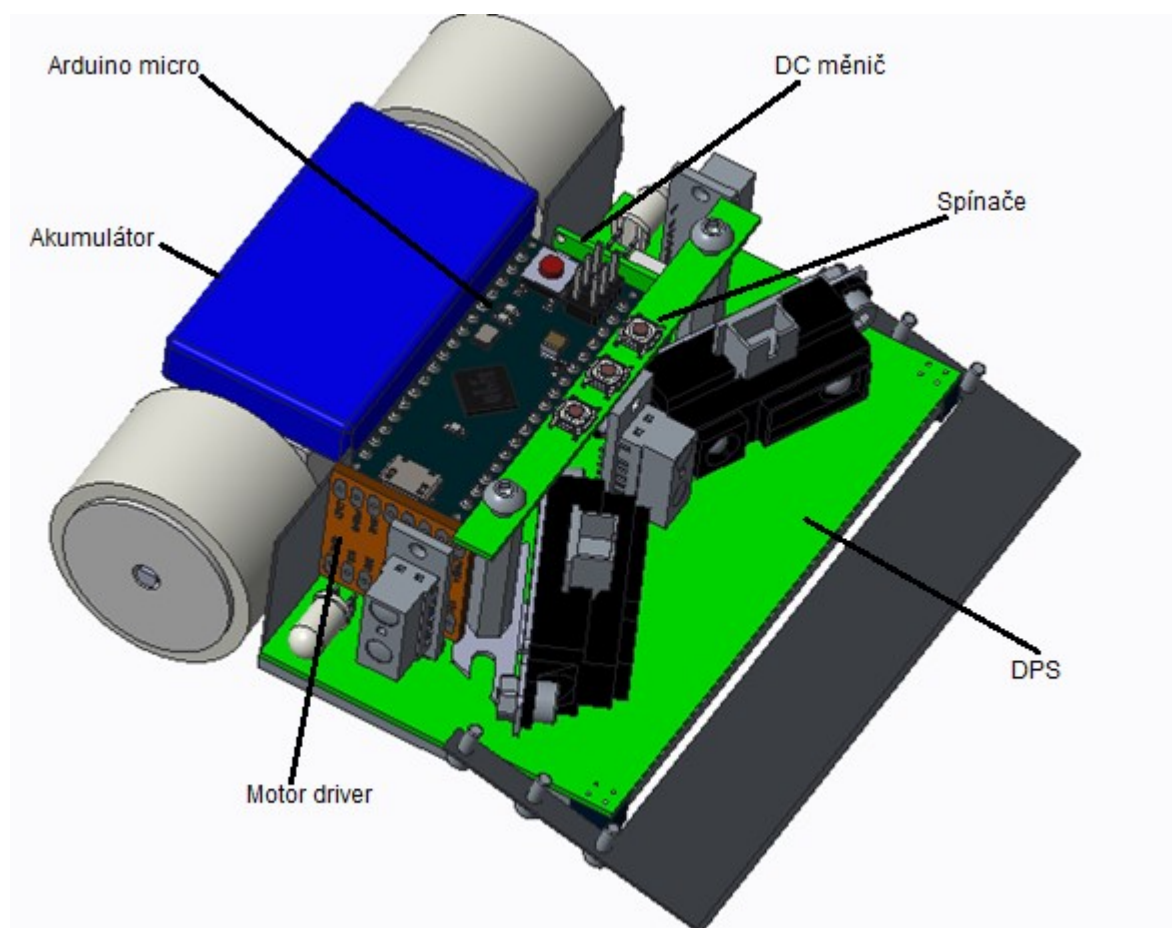
Jedna z možností, kterou se návrh mohl odvíjet, je ta, aby vlaječky byly tvořeny pouze látkou, nebo papírem a při najetí nepřítel jen projede. Poté by se dostal bokem před čelo mého robotu a byl by vytlačen. V případě že se falešný cíl nachází blízko okraje arény, mohl by nepřítel i samovolně vyjet. Tato možnost je méně vhodná proti pomalejším robotům a pevný rám má celkově více strategických výhod.

### 3.2 Varianta B

Mezi hlavní výhody této varianty patří její nízká výška, díky tomu může být pro některé roboty hůře detekovatelným. Tomu přispívá i zkosená čelní plocha. Dva dominantní infračervené senzory s měřitelným rozsahem 10-80 cm a tři menší IR senzory s rozsahem 0,5-15 cm zajišťují detekci soupeře. Ze zadní strany je umístěn IR vysílač a přijímač spolu s dalšími potřebnými komponenty pro zaregistrování soupeře přibližujícího se za zády. Dále je vybaven IR vysílači pro matení senzorů nepřítele. Vyráběná silikonová kola poskytují lepší přilnavost, než kola kupovaná.

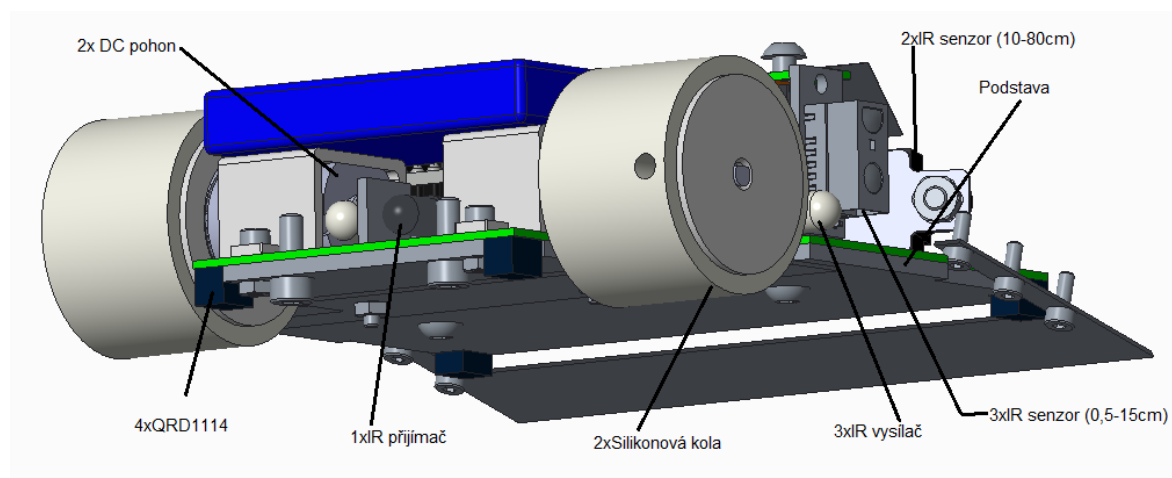


Obr. 3.2.a – Varianta B



Obr. 3.2.b – Var. B bez krytu-popis

Maximální využití vnitřního prostoru zajišťuje nízký profil. Pod krytem není místo na dovážení robotu, to však lze v tomto případě řešit správnou volbou tloušťky a materiálu podstavy.



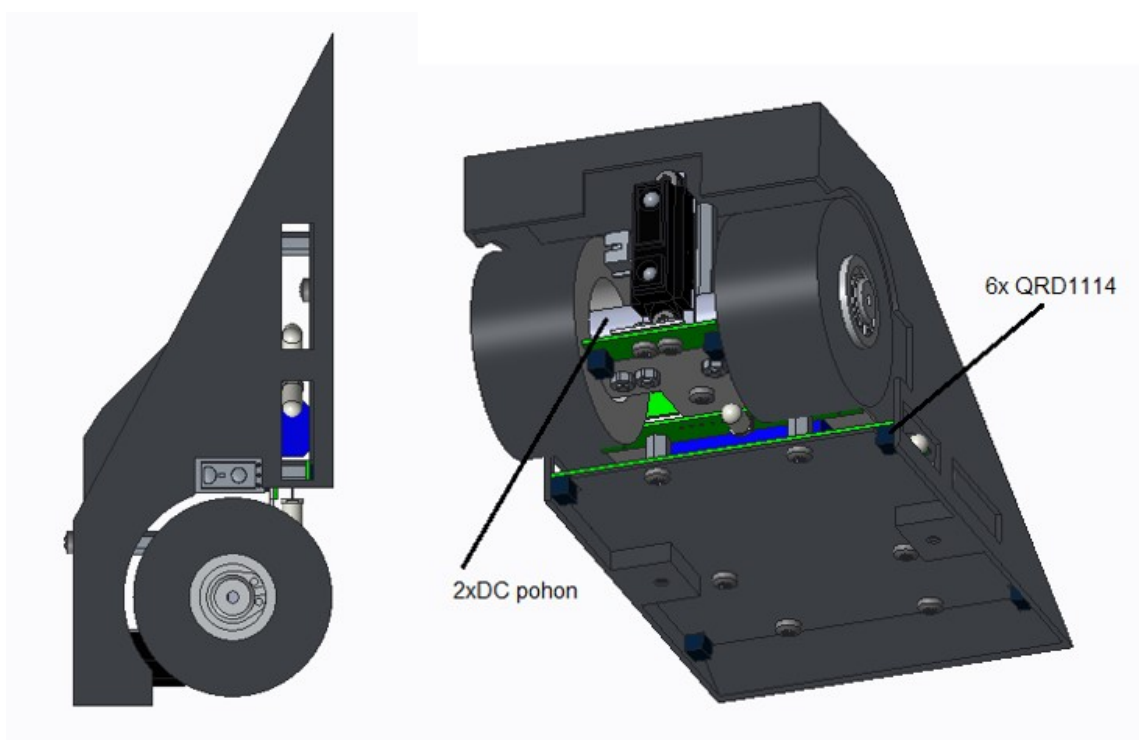
Obr. 3.2.c –Var.B Umístění komponent

### 3.3 Varianta C

Návrh využívá možnosti neomezené výšky a při startu je položen na jeho zadní plochu, obr. 3.3.b-vlevo, musí se tedy překllopit do aktivní polohy. Sklon čelní plochy zajišťuje jednak dobré podebrání soupeře, tak i účinný odraz signálu. Detekci nepřítele zajišťují IR senzory vpředu, vzadu i po stranách. Disponuje i prvky aktivní obrany, konkrétně IR vysílači a jedním ultrazvukovým vysílačem umístěným vpředu. Kola pokrývají velkou plochu při styku s podložkou, to zajišťuje lepší odolnost proti přetlačení.

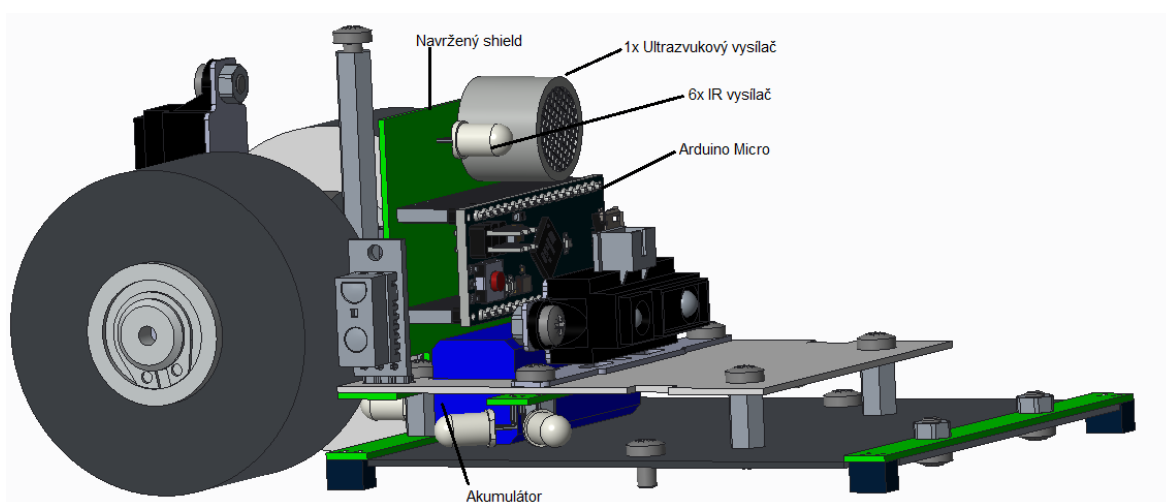


Obr. 3.3.a – Varianta C



Obr. 3.3.b – startovní pozice(vlevo), pohled ze zadní strany(vpravo)

Nevýhodou této varianty je čas potřebný k uvedení robotu do aktivní polohy. Rychlý nepřítel toho může využít a dostat se pod robota dříve, než se stihne překlomit. Jakmile se však překloupí, šance na výhru se zvyšují, zejména díky svojí robustnosti, velkým kolům a zkosení čelní plochy.



Obr. 3.3.c – Var.C Umístění komponent

## 4 Porovnání variant

Navržené varianty jsou mezi sebou porovnávány pomocí hodnotové kritériální analýzy. Zvolil jsem sedm kritérií, které mezi sebou porovnávám z hlediska významnosti a u každé varianty přiřazuji jejich hodnotu. Na základě sečtení výsledných hodnot je vybrána vítězná varianta.

### 4.1 Hodnotová analýza

Tab.4.1.a - Kritéria hodnocení

Označení	Kritérium	Charakteristika kritérií	Váha významnosti v
K1	Konstrukce	Složitost konstrukce, výrobní náročnost	1,875
K2	Způsob pohybu	Pohyblivost	1,5
K3	Snímání okolí	Počet senzorů	1,875
K4	Obrana pasivní	Zakrytování, přilnavost k podložce	1,625
K5	Obrana aktivní	Rušení senzorů nepřítele	1,5
K6	Aktivní poloha	Doba uvedení robotu do aktivní polohy	1,125
K7	Cena	Celkové náklady	1,125

Váha významnosti „v“ je vyjádřena pomocí tab.4.1c, vzorec (1).

Tab. 4.1.b - Hodnoty kritérií

Úroveň	Hodnota
Vysoká	6
Dobrá	5
Průměrná	4
Nízká	3
Nevyhovující	2
Nepříznivý stav	1

Tab. 4.1.c - Určení významnosti

						Počet voleb p	Pořadí	Váha významnosti v
K1	K1	K1	K1	K1	K1	3,5	1-2	1,875
K2	K3	K4	K5	K6	K7			
	K2	K2	K2	K2	K2	2	4-5	1,5
	K3	K4	K5	K6	K7			
		K3	K3	K3	K3	3,5	1-2	1,875
		K4	K5	K6	K7			
			K4	K4	K4	2,5	3	1,625
			K5	K6	K7			
				K5	K5	2	4-5	1,5
				K6	K7			
					K6	0,5	6-7	1,125
					K7	0,5	6-7	1,125

$$v = \frac{1}{4} \cdot p + 1 \quad (1)$$

$v$  = váha významnosti

$p$  = počet voleb

Tab. 4.1.d - Hodnocení varianty A

Varianta A	Hodnota	Váha významnosti kritéria v	Vážený index li j*
K1	5	1,875	9,375
K2	5	1,5	7,5
K3	4	1,875	7,5
K4	4	1,625	6,5
K5	5	1,5	7,5
K6	3	1,125	3,375
K7	4	1,125	4,5
		<b>Suma</b>	<b>46,25</b>

Tab. 4.1.e - Hodnocení varianty B

<b>Varianta B</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Váha významnosti kritéria v</b>	<b>Vážený index li j*</b>
K1	4	1,875	7,5
K2	5	1,5	7,5
K3	5	1,875	9,375
K4	4	1,625	6,5
K5	4	1,5	6
K6	6	1,125	6,75
K7	5	1,125	5,625
<b>Suma</b>			<b>49,25</b>

Tab. 4.1.f - Hodnocení varianty C

<b>Varianta C</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Váha významnosti kritéria v</b>	<b>Vážený index li j*</b>
K1	4	1,875	7,5
K2	5	1,5	7,5
K3	3	1,875	5,625
K4	5	1,625	8,125
K5	5	1,5	7,5
K6	4	1,125	4,5
K7	5	1,125	5,625
<b>Suma</b>			<b>46,375</b>

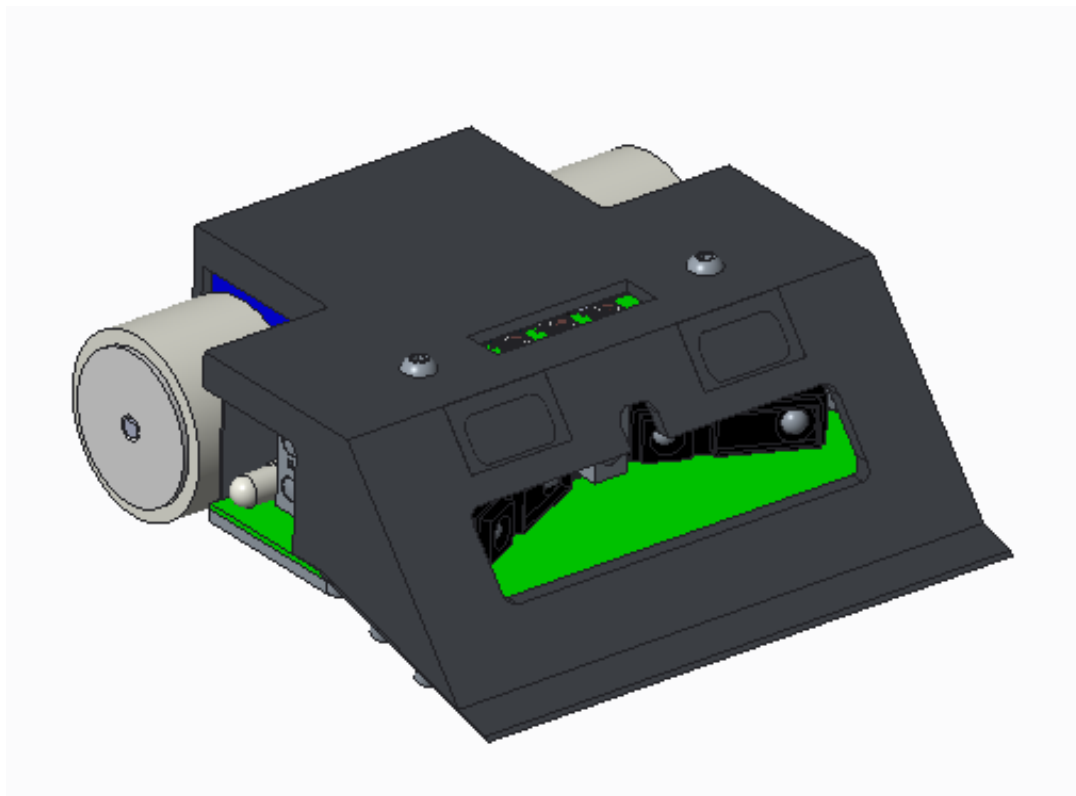
Tab. 4.1.g - Vyhodnocení nejvhodnější varianty

<b>Pořadí</b>	<b>Celkový součet vážených indexů li j*</b>	<b>Varianta</b>
<b>1.</b>	49,25	<b>B</b>
<b>2.</b>	46,375	<b>C</b>
<b>3.</b>	46,25	<b>A</b>

Výsledkem analýzy je, že u takto zvolených kritérií je optimální varianta B, tab.4.1.g.



## 5 Rozpracování varianty B

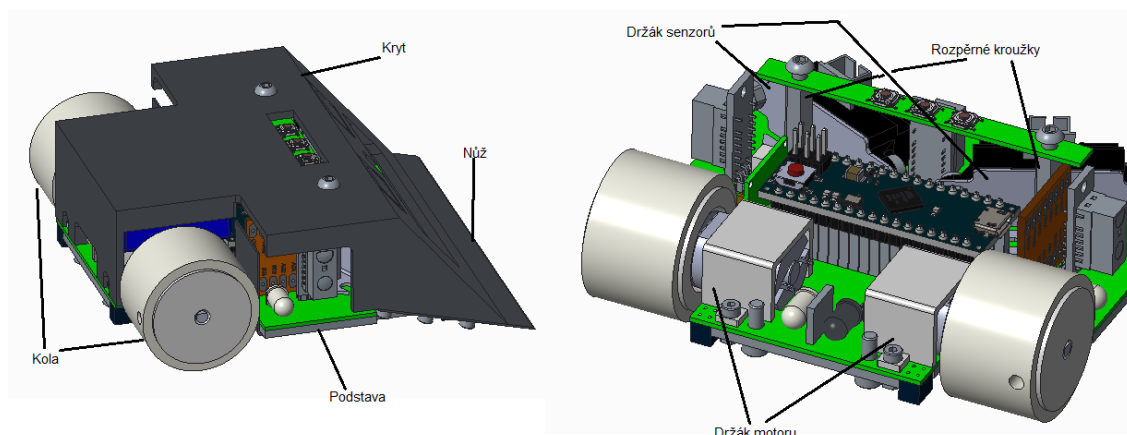


Obr. 5.a – Vítězná varianta

Vítězná varianta v porovnání s variantou A a C má tu výhodu, že při startu se nemusí polohovat do aktivní polohy. Taktéž pokrývá větší plochu svými senzory. Při zápasu spoléhá na svou rychlost, nízký profil, silikonová kola a nůž v těsném kontaktu s podložkou pro efektivní podebrání soupeře. Spuštění probíhá pomocí tří spínačů umístěných ze shora. Volbou konkrétního spínače určují strategii pohybu robotu při každém zápase.

## 5.1 Mechanika robotu

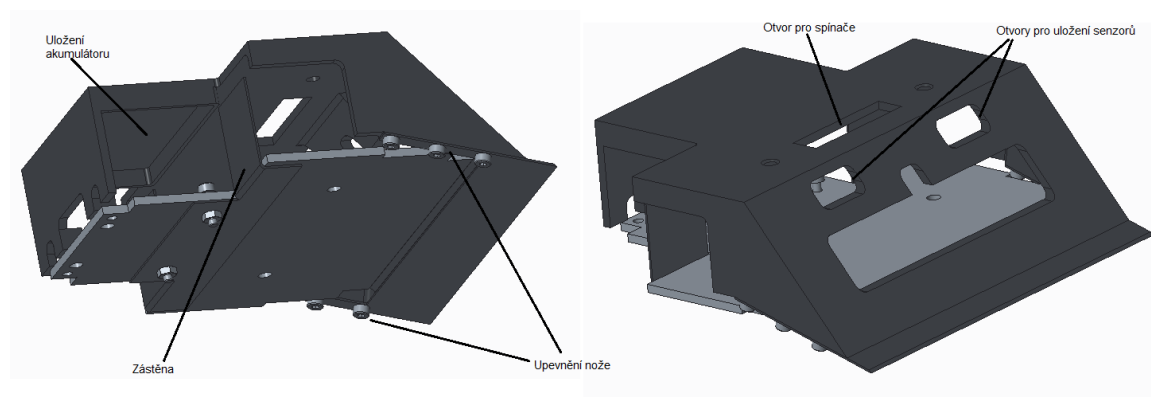
Mechanická část je tvořena krytem s přišroubovaným nožem, podstavou zajišťující správnou hmotnost a tuhost sestavy, vyráběnými koly, držáky motorů a senzorů.



Obr. 5.1.a – Uspořádání mechanických komponent

### 5.1.1 Zakrytování

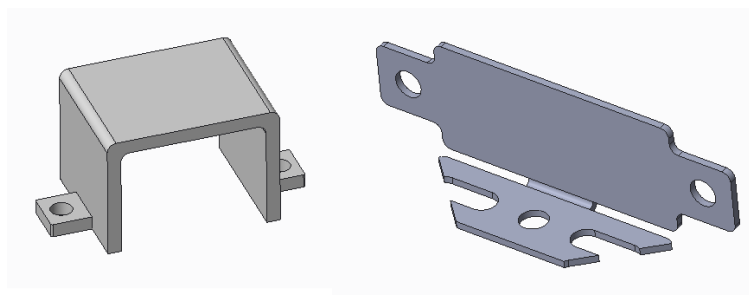
Zakrytování robotu slouží jako ochrana elektroniky a dalších dílů. Čelní zkosená plocha zajišťuje odrazení signálu ze soupeřových senzorů směrem vzhůru. Kryt je pokrytý černou barvou, která díky svým vlastnostem pohlcuje infračervené záření. Vnitřní hrany slouží také pro usazení baterie a zástěna přišroubovaná k podstavě zabráňuje vniknutí drátů a volných dílů do otáčejících se kol. Spojení krytu a podstavy zajišťují rozpěrné kroužky uprostřed a dva šrouby v zadní části. Otvory jsou tvořeny tak, aby nebránili senzorům snímat okolí, případně aby zajistili správné usazení dalších dílů. Dva otvory pro správné uložení senzorů budou následně překryty černou elektrikářskou páskou. Z vrchu je otvor pro spínače, navržený tak, aby spínače nevyčnívali a nedošlo k jejich poškození, nebo nechtěnému stisknutí. Materiál krytu je ocel, a výroba bude probíhat na obráběcím centru. Výrobní výkresy nože i podstavy jsou součástí přílohy.



Obr. 5.1.1.a – Zakrytování

### 5.1.2 Držáky

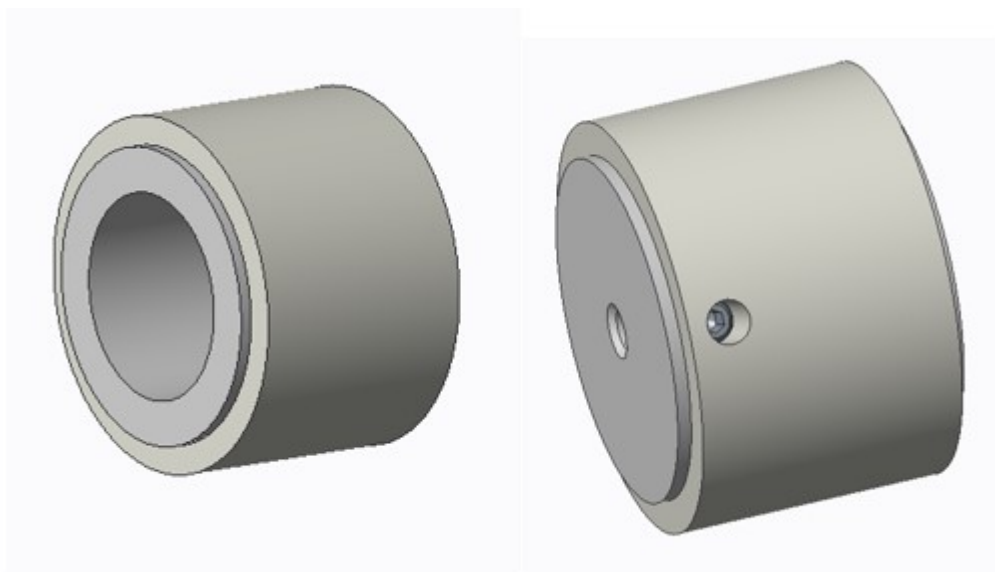
Pro uchycení motorů slouží vyráběný držák, obr.5.1.2.a(vlevo). Podobné držáky lze zakoupit již vyrobené, ale kvůli omezenému místu jsem zvolil navrhnout vlastní - na míru mého robotu. Senzory jsou uchyceny pomocí kupovaných držáků s následnou mechanickou úpravou. Spodní část je z obou stran seříznutá. Tato úprava značně šetří místo a umožňuje tak lepší vnitřní uspořádání obr.5.1.2.a(vpravo).



Obr. 5.1.2.a - Držáky

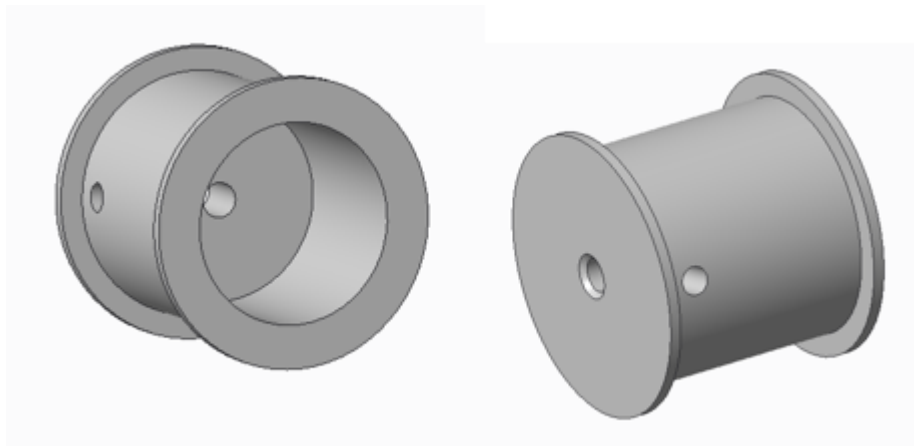
### 5.1.3 Výroba kola

Kola se dají zakoupit již vyrobená, ale mají horší vlastnosti, než při výrobě vlastních kol. Dodnes soutěžící při návrhu testují veškeré materiály, na které narazí. Nejvíce se však zatím osvědčila kola silikonová. Na obr 5.1.3.a je znázorněna sestava odlitého kola tvořena ráfkem, silikonem a spojení s hřídelí motoru zajišťuje červík M3x10. Motor je z části zasunut v kole.



Obr. 5.1.3.a – Sestava kola

Na obr.5.1.3.b je znázorněn vyrobený ráfek před odlitím kola. Výrobní výkres je součástí přílohy.



Obr. 5.1.3.b – Ráfek kola

Odlití kola probíhá pomocí vyrobené formy, obr. 5.1.3.c. V této formě je ráfek kola usazen pomocí kolíku a uzavřen víkem. Dva otvory v horním víku zajišťují odvod přebytečné tekutiny a volný únik vzduchu. Kolo je tvořeno v prostoru mezi ráfkem a stěnou formy. Na vnitřní stranu formy je potřeba nanést přípravek na bázi vosku, který pomáhá uvolnit pneumatiku z formy. Pro vstřikování gumové směsi lze použít injekční stříkačku bez jehly. Tvrdnutí pneumatiky trvá asi 6 hodin. Poté je možné vytvořit otvor pro imbusový klíč. [12]



Obr. 5.1.3.c – Forma pro odlití kola[12]

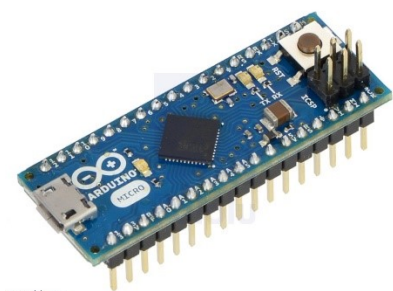
## 5.2 Elektronika robotu

V této kapitole jsou rozepsány použité komponenty zajišťující řízení motorů, snímání okolí, aktivní obranu, napájení a podobně. Kompletní schéma zapojení je součástí přílohy.

### 5.2.1 Řízení

Mozkem robotu je arduino micro, které obsahuje programy vytvořené na bázi programovatelného jazyka C#. Sbírá informace ze snímačů a na základě svého programu rozhoduje, jak se v daný moment zachová. Vyšle tedy signál do jednotlivých pohonů. Místo použití shieldu pro ušetření vnitřního prostoru, používám spojení arduina s driverem motorů a měnič napětí stejnosměrného proudu.

#### Arduino Micro

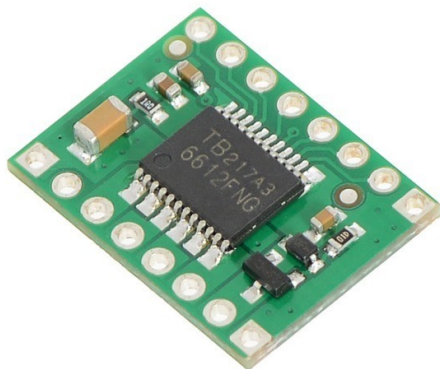


Obr. 5.2.1.a – Arduino Micro[29]

Tab.5.2.1.a – Specifikace Arduino

<b>Mikrokontrolér:</b>	
Čip:	ATmega32u4
Frekvence:	16MHz
Paměť:	32 kB, 4 kB použity bootloaderem
SRAM:	2,5 kB
EEPROM:	1 kB
<b>Vstupy a výstupy:</b>	
20 x digitální vstup/výstup (Sériový port, externí přerušování, PWM) až 12 x analogový vstup	
<b>Rozhraní:</b>	
micro USB 2.0, nativně	
SPI konektor, I2C	
Rozměry:	4,8 x 1,77 cm
Převzato z:	Alza.cz

## Driver Motorů



Obr. 5.2.1.b – Motor driver

Tab.5.2.1.b – Specifikace Motor driver

Označení	TB6612FNG
Počet kanálů	2
Minimální provozní napětí	4,5 V
Maximální provozní napětí	13,5 V
Trvalý výstupní proud na kanál	1 A
Špičkový výstupní proud na kanál	3 A
Trvalý paralelní výstupní proud	2 A
Maximální frekvence PWM	100 kHz
Minimální logické napětí	2,7 V
Maximální logické napětí	5,5 V
Ochrana proti přepólování	Ano
<b>Převzato z:</b>	Pololu.com

## DC/DC měnič napětí



Obr. 5.2.1.c – Měnič napětí

Tab.5.2.1.c – Specifikace Měnič napětí

Vstupní/výstupní hodnoty	
Vstupní napětí	4,75 - 23V
Výstupní napětí	1-17V (nastavitelné)
Doporučený výstupní	1,8A
Špičkový výstupní proud	3A
Technické data	
Čip	MP2307DN
Chladič	Není
Instalace vodiče	Pájivé pole
Rozměry	1,8×1,1×0,4cm
Hmotnost	1,5g
<b>Převzato z:</b>	Dexhal.cz

**Pohon**

Robot je poháněn dvěma stejnosměrnými motory se zabudovanou převodovkou.



[www.pololu.com](http://www.pololu.com)

Obr. 5.2.1.d – DC Motor

Tab.5.2.1.d – Specifikace DC Motor

<b>Rozměry:</b>	
Velikost	15.5D x 30L mm
Hmotnost	19 g
Průměr hřídele	3 mm
<b>Obecné specifikace:</b>	
Převodový poměr	35: 1
Rychlost volného chodu 6V	460 ot./min
Volnoběžný proud 6V	60 mA
Stávající proud 6V	800 mA
Hnací moment 6V	13 oz in=0,092Nm
<b>Převzato z:</b>	Pololu.com

**Výpočet pohonů**

$f$  = součinitel smykového tření 0,5

$\vartheta$  = součinitel vlivu rotačních částí (pro tento případ 1,5)

$m$  = hmotnost (maximální možná 0,5 kg),  $r$  = poloměr kola 0,015m

$a$  = zrychlení [ $\frac{m}{s^2}$ ],  $v$  = rychlost [ $\frac{m}{s}$ ],  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ ,  $n$  = otáčky ( $460 \frac{ot.}{min}$ )

$F_k$  = hnací síla[N],  $P_k$  = potřebný výkon[W],  $M_m$  = potřebný hnací moment[Nm]

$$v = \frac{n \cdot 2\pi \cdot 0,015}{60} \rightarrow v = \frac{460 \cdot 2\pi \cdot 0,015}{60} = \mathbf{0,72 \frac{m}{s}} \quad (2)$$

$$F_k = f \cdot G + \vartheta \cdot m \cdot a \rightarrow F_k = 0,5 \cdot 4,905 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,673 = \mathbf{2,96 \text{ N}} \quad (3)$$

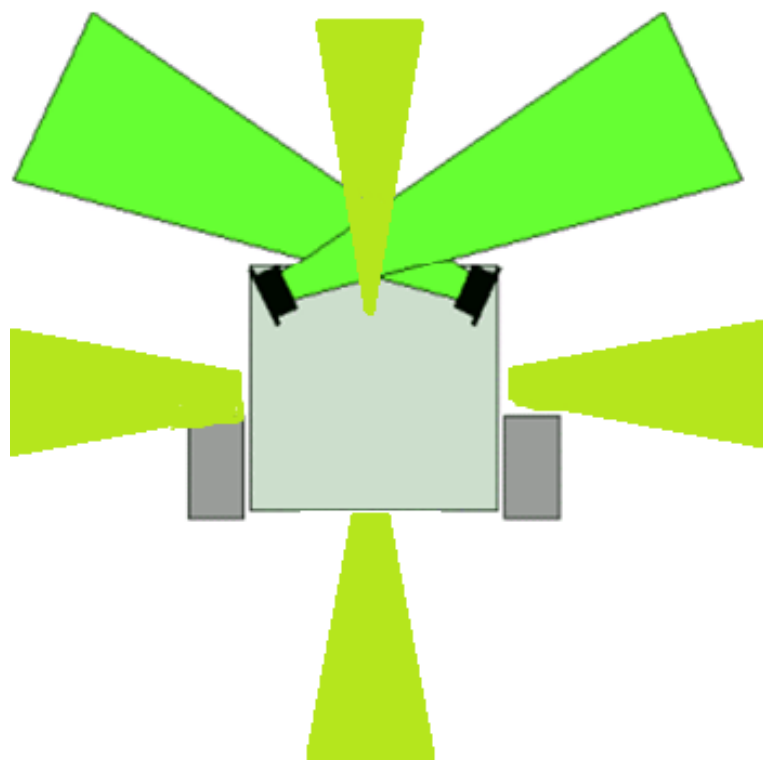
$$P_k = F_k \cdot v \rightarrow P_k = 2,96 \cdot 0,72 = \mathbf{2,13 \text{ W}} \quad (4)$$

$$M_m = F_k \cdot r \rightarrow M_m = 2,96 \cdot 0,015 = \mathbf{0,0444 \text{ Nm}} \quad (5)$$

Kontrolním výpočtem byla ověřena použitelnost pohonů. Výsledek výpočtu (5) udává potřebný hnací moment. Při porovnání s hnacím momentem motoru (tab.5.2.1.d) je jasné, že pohon je pro danou sestavu vyhovující.

### 5.2.2 Senzory

Snímání okolí je uskutečněno pomocí infračervených senzorů. Celkem jsou zde 2 senzory s měřitelným rozsahem 10-80 cm umístěné vpředu a 3 menší pro vzdálenosti 0,5-15cm po stranách i uprostřed. Zadní strana je hlídána pomocí navrženého snímače, tvořeného IR vysílačem a přijímačem, jehož cílem je podat informaci, pokud se nepřítel přibližuje ze zadní části, aby mohlo dojít k úhybnému manévru a natočení čelem. Snímání okolí robotu je znázorněno na obr. 5.2.2.



Obr. 5.2.2 – Pokrytí snímačů

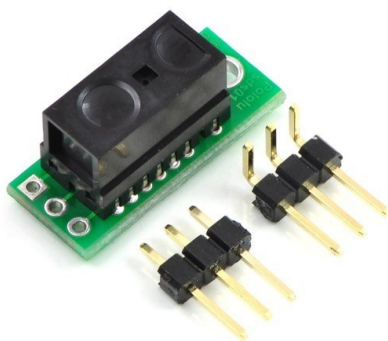


**Sharp GP2Y0A21YK0F**

Obr. 5.2.2.a – IR senzor  
GP2Y0A21YK0F

Tab.5.2.2.a – Specifikace GP2Y0A21YK0F

Maximální dosah	80 cm
Minimální dosah	10 cm
Vzorkovací frekvence	26 Hz
Minimální provozní napětí	4,5 V
Maximální provozní napětí	5,5 V
Napájecí proud	30 mA
Typ výstupu	Analogové napětí
Rozdíl výstupního napětí	1,9 V
<b>Převzato z:</b>	Pololu.com

**Sharp GP2Y0D815Z0F**

Obr. 5.2.2.b – IR senzor  
GP2Y0D815Z0F

Tab.5.2.2.b – Specifikace GP2Y0D815Z0F

Maximální dosah	15 cm
Minimální dosah	0,5 cm
Vzorkovací frekvence	390 Hz
Minimální provozní napětí	2,7 V
Maximální provozní napětí	6,2 V
Napájecí proud	5 mA
Typ výstupu	Digital
<b>Převzato z:</b>	Pololu.com

### 5.2.3 Napájení

Přísun energie poskytuje lithium-polymerový akumulátor 7,4V 450 mAh. Konektor pro nabíjení je vyveden u jednoho z postranních senzorů. Baterie je umístěna nad držáky motorů a proti posunutí je zabezpečena pomocí tvarovaného krytu.



Obr. 5.2.3.a – Akumulátor 7,4V

Tab.5.2.3.a – Specifikace Akumulátor

Označení	450-2S (7,4 V)
Rozměry	50x28x8 mm
Hmotnost vč. konektorů	28 gramů
Max. proudové zatížení	25C (11,25 A) trvale
Max. vybíjecí proud	40C (18 A)
Max. nabíjecí proud	1 C
Typ servisního konektoru	JST/PQ/TP/XH
<b>Převzato z:</b>	Peckamodel.cz

Výpočet (6) uvádí součet všech proudů při maximálním zatížení. Výsledek je menší, než maximální proudové zatížení akumulátoru, takže je možné zvolený typ použít. Výsledek výpočtu (7) znázorňuje maximální výdrž baterie při maximálním zatížení. Výsledek je 4,5 minuty, zaručeně tedy baterii použít minimálně na 1,5 zápasu. Ve skutečnosti však většina soubojů proběhne v prvních 30 vteřinách. Při účasti v soutěži je potřeba zakoupit více akumulátorů. Pro výměnu stačí jen odstranit kryt odšroubováním čtyř šroubů.

$$I_{max} = \sum I_{imax} \rightarrow I_{max} = 6,016 A \quad (6)$$

$$t = \frac{450 [mAh]}{I_{max}[mA]} \rightarrow t = \frac{450}{6016} = 0,075 h = 4,5 min \quad (7)$$

## 6 Hmotnost a cena

Výsledné hodnoty nejsou přesné, kvůli cenovému odhadu vyráběných dílů. Hmotnost se může mírně lišit z důvodu neznalosti přesné hmotnosti desek plošných spojů (DPS). Uváděná hmotnost i cena je vždy součtem všech počtů kusů.

Tab.6.a – Celková cena a hmotnost

Název	Počet kusů	Hmotnost [g]	Cena [Kč]
Arduino Micro	1	7	576
Motor driver	1	1,5	120
Měnič napětí	1	1,5	54
Motor	2	38	872
Sharp GP2Y0A21YK0F	2	7	483,5
Sharp GP2Y0D815Z0F	3	4,2	652
QRD1114	4	1,28	132
IR vysílač	3	0,48	9,5
IR přijímač	1	0,16	32
Akumulátor	1	28	151
Držák senzoru	2	3	170
Držák motoru	2	16	300
Kolo	2	66	398
DPS	-	11	400
Podstava	1	98	300
Nůž	1	7	220
Kryt	1	177,8	500
Spojovací materiál	-	20	300
<b>SUMA</b>		<b>487,92 g</b>	<b>5670 Kč</b>

Celková hmotnost robotu je přibližně 488 g, splňuje tedy maximální limit 500 g a může se zúčastnit soutěže. Přibližná cena 5670 Kč vychází z nákupu komponent z české distribuce a nejsou zde započítány náklady spojené s dopravou a podobně. Při nákupu od zahraničních, neoriginálních výrobců prodávající klony těchto komponent, může cena klesnout téměř na polovinu. To se však odrazí v kvalitě těchto výrobků a jejich životnosti.

## 7 Závěr

Na základě analýzy současného stavu jsem vytvořil krátký přehled robotů, které mají za sebou nějaké úspěchy. Navrhnul jsem tři varianty robotů a pomocí kritériální analýzy je porovnával mezi sebou. Vítěznou variantu jsem blíže rozpracoval, uvedl použité komponenty a početně i rozměrově ověřil jejich vhodnost. Je potřeba říci, že vítězná varianta nemusí být ve všech případech ta nejlepší. Může se najít soupeř, který zvítězí nad mojí zvolenou variantou, ale naopak nedokáže porazit některou ze zbývajících dvou variant. To je dáno tím, že každá konstrukce je originální a má jiné silné a slabé stránky. Analýzou byla vybrána právě ta varianta, která se jeví jako nejlepší pro univerzální nasazení. Dále jsem přiblížil nejpoužívanější komponenty a snažil se využít jejich nevýhody ve svůj prospěch. Zejména použitím rušiček, či vysílačů matoucích signálů do senzorů nepřítele. V případě realizace návrhu je potřeba udělat pokusy těchto rušení pro pochopení přesného chování ovlivňovaných nepřátel a uzpůsobit tomu strategii souboje. Robot může využívat více strategií, v mém případě tři. Toto lze rozšířit použitím více spínačů, nebo změnou způsobu spouštění. Může vyčkávat na místě, dokud se před ním nepřítel neobjeví a až potom zareagovat, nebo se pohybovat agresivně, spoléhat na svoji rychlost a využívat další strategie, které se mohou časem zdokonalovat.

Nelze přesně říci, jakým směrem se bude vývoj Mini Sumo robotů odvíjet. Vlivem nových technologií dochází ke zmenšení a zlepšení výkonových parametrů jednotlivých součástek. Díky tomu se lze setkat se stále silnějšími soupeři, proto je potřeba jít s dobou a robota neustále inovovat. Pevně věřím, že se v této soutěži již brzy začneme setkávat s létající oddělitelnou částí robotu využívané zejména kvůli sběru informací o pohybu soupeře.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Pravidla robotického sumo (MiniSumo). *ROBOZOR* [online]. 2004 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.robozor.cz/2004/12/pravidla-robotickeho-sumo-minisumo/>
- [2] Tým SumoBoy a jeho mini robot. *ARDUINO* [online]. Zbyšek Voda, 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://arduino.cz/tym-sumoboy-a-jeho-mini-robot/>
- [3] How to Make a Good Sumo Robot. *JSUMO* [online]. Firat Dede, 2013 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://blog.jsumo.com/how-to-make-sumo-robot/>
- [4] Programujeme Arduino. *ARDUINO* [online]. Zbyšek Voda, 2014 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://arduino.cz/programujeme-arduino/>
- [5] Mini 08. *Petter's Robot* [online]. 2008 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://plr.se/robot/mini-08/>
- [6] Roboti. *BLOG PETRA KUBÁČE* [online]. Petr Kubáč, 2013 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://petr-kubac.blog.cz/rubrika/roboti/3>
- [7] Jak se nám nepovedl robot. *JQ* [online]. 2007 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://jq.wz.cz/minisumo/>
- [8] Mikrokontroléry. *HOBBY ROBOT* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.hobbyrobot.cz/mikrokontrolery/>
- [9] Shieldy. *PHGAME* [online]. Jakub Kozina, c2010-2015 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: [http://phgame.cz/PHGame\\_seriale/seriale/zaciname-s-arduinem/4-dil-o-arduinu-shieldy](http://phgame.cz/PHGame_seriale/seriale/zaciname-s-arduinem/4-dil-o-arduinu-shieldy)
- [10] KREJČÍŘÍK, Alexandr. *DC/DC měniče*. Praha: BEN, 2001. ISBN 80-730-0045-8.
- [11] SRF05 jak ho možná neznáte. *ROBODOUPĚ* [online]. Michal Černý, 2015 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://robodoupe.cz/2015/srf05-jak-ho-asi-neznate/>
- [12] Tyres and Molding. *MINISUMO* [online]. c2005-2011 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.er-online.co.uk/minisumo/Tyre-Mold.php>
- [13] KÁRNÍK, Ladislav, Radek KNOFLÍČEK a Jozef NOVÁK-MARCINČIN. *Mobilní roboty*. Opava: Márfy Slezsko, 2000. ISBN 80-902-7462-5.
- [14] ČSN ISO 690-2(01 0197) *Informace a dokumentace - Bibliografické citace*. Praha: Český normalizační institut, 2000. ISBN ČSN ISO 690.
- [15] *Obr. 1.1.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://robots101.com/robotchallenge-2013/>
- [16] *Obr. 1.2.e* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://mcuoneclipse.com/2013/10/06/zumo-robot-assembled/>

- 
- [17] *Obr. 1.2.e* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.robotroom.com/Have-A-Nice-Day.html>
- [18] *Obr. 1.2.e* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: [http://nxtprograms.com/mini\\_sumo/index.html](http://nxtprograms.com/mini_sumo/index.html)
- [19] *Obr. 1.3.2.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.pololu.com/product/2512>
- [20] *Obr. 1.3.2.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.ptshop.cz/Mini-DC-DC-menic-4-5-28-0-8-20V-d123.htm>
- [21] *Obr. 1.3.2.b* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://robu.in/product/hc-sr04-ultrasonic-range-finder/>
- [22] *Obr. 1.3.2.b* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.pololu.com/product/136>
- [23] *Obr. 1.3.2.c* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/qrd1114>
- [24] *Obr. 1.3.2.c* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.snailshop.cz/ir-soucastky/726-reflexni-senzor-opb704g.html>
- [25] *Obr. 1.4.1.b* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://robotshop.com/letsmakerobots/mini-sumo-0>
- [26] *Obr. 1.4.2.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz/ultrazvukovy-vysilac-40-khz-uct-16m02--x-v-16-mm-x-12-mm.k182273>
- [27] *Obr. 1.4.2.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: [http://www.tme.eu/cz/details/l-934f3c/infracervene-diody-led/kingbright-electronic/?brutto=1&gclid=CjwKEAjwt\\_6XIBRCisIGIrJeQ93oSJAA2cNtM8k4ARM6YF3MmN4A0EkXsdE1\\_E3mupglkXrkfN6K4XR0CeWjw\\_wcB](http://www.tme.eu/cz/details/l-934f3c/infracervene-diody-led/kingbright-electronic/?brutto=1&gclid=CjwKEAjwt_6XIBRCisIGIrJeQ93oSJAA2cNtM8k4ARM6YF3MmN4A0EkXsdE1_E3mupglkXrkfN6K4XR0CeWjw_wcB)
- [28] *Obr. 1.5.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.gliders.uk.com/FQ777-MICRO-POCKET-QUADCOPTER-DRONE-various-colours-available/productinfo/FQ777/>
- [29] *Obr. +1.3.3.a, Obr. 5.2.1.a* [online]. In: . [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.pololu.com/product/2188>
-

## Přílohy

Příloha A: CD – Bakalářská práce a přílohy v elektronické podobě (PDF)

– Model robotu MiniSumo (Creo)

Příloha B: 00\_MINISUMO (sestavný výkres)

Příloha C: 00\_1\_PODSTAVA

Příloha D: 00\_2\_RAFEK

Příloha E: 00\_3\_NUZ

Příloha F: 00\_SCHEMA-ZAPOJENI